

Cahier des charges technique pour un stockage assurant le service de réserve rapide avec bande morte dans les ZNI

Sommaire

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DU DOCUMENT	3
2. SPECIFICATIONS TECHNIQUES	3
2.1. CARACTERISTIQUES DU SYSTEME DE STOCKAGE.....	3
2.1.1. Dimensionnement électrique.....	3
2.1.2. Service visé.....	4
2.1.3. Maintenance et disponibilité du système.....	4
2.1.4. Evaluation des sollicitations du système de stockage.....	4
2.1.5. Exploitation du système de stockage.....	5
2.2. PERFORMANCES – SCADA.....	5
2.2.1. Instrumentation.....	5
2.2.2. Lois de commande.....	6
2.2.3. SCADA.....	8
2.3. INSTALLATION.....	8
2.3.1. Environnement.....	8
2.3.2. Installation / raccordement.....	8
2.3.3. Protections/comportement sur défaut.....	8
2.3.4. Mise en service/Recette.....	8

1. Contexte et objectif du document

Ce document constitue un cahier des charges technique générique pour un système de stockage assurant un service de réserve rapide avec bande morte sur les territoires de la Corse, La Réunion, la Martinique, la Guadeloupe & le réseau littoral de Guyane. Les systèmes de plus petite taille (notamment les micro-réseaux) présentent des spécificités qu'il conviendra de regarder au cas par cas. Il se focalise sur les spécifications liant le dispositif de stockage au système électrique géré par le gestionnaire du système. Il est établi par le gestionnaire de système à la demande de la Commission de Régulation de l'Energie (délibération 2017-070). Il pourra être modifié et mis à jour, en particulier en fonction des évolutions du fonctionnement et des modalités d'exploitation du système électrique sur les territoires concernés. Ne seront concernés par la mise à jour que les systèmes de stockage dont la date de saisine de la CRE est postérieure à la date de publication d'une nouvelle version de ce document par EDF SEI. On notera qu'une installation de stockage peut rendre simultanément plusieurs services au système.

Dès qu'il est disponible le système de stockage doit offrir au réseau le service tel que décrit dans ce document. Afin d'informer par exemple le conducteur d'une indisponibilité fortuite, le système de stockage doit être interfacé aux outils de conduite du système électrique. De même, ce lien de communication sera utilisé pour que le conducteur puisse transmettre au stockeur la puissance maximale de soutirage autorisée pour la recharge.

Le système de stockage ainsi que les conditions en vue de son raccordement au réseau électrique devront être conformes aux normes et référentiels EDF Systèmes Energétiques Insulaires dans le territoire concerné (SEI REF 02...), le stockage étant considéré comme un moyen de production lors des phases d'injection et comme un consommateur lors des phases de soutirage.

Le système de stockage devra également se conformer aux normes, lois et règlements en vigueur sur ce territoire.

2. Spécifications techniques

2.1. Caractéristiques du système de stockage

2.1.1. Dimensionnement électrique

On appelle puissance d'injection contractuelle, la puissance d'injection maximale sur laquelle le stockeur s'engage durant l'ensemble de la durée d'exploitation du système de stockage. De même la puissance de soutirage contractuelle est la puissance de soutirage maximale sur laquelle le stockeur s'engage durant l'ensemble de la durée de vie du système de stockage.

En considérant le système de stockage pleinement chargé, la puissance d'injection contractuelle devra pouvoir être maintenue de façon continue durant au moins une demi-heure. La puissance contractuelle de soutirage devra pouvoir être maintenue de façon continue durant le temps nécessaire à charger pleinement le stock. Ce temps ne pourra excéder la durée de deux heures.

L'attention est attirée sur le fait que ces puissances et énergies seront mesurées au point de livraison. Il est donc nécessaire d'intégrer toute la chaîne de rendement (y compris le transformateur) afin de dimensionner les systèmes en puissance et énergie. De plus ce dimensionnement doit prendre en compte la durée de vie attendue du système, se référer à l'article 2.1.4.

Le volume total de stockage rendant un service de type réserve rapide avec une bande morte sur un territoire ne peut pas à lui seul fournir l'intégralité du besoin de réserve primaire du système électrique considéré. En effet, pour assurer le suivi de charge, une part non négligeable de la réserve primaire doit être portée par des moyens ne présentant pas de bande morte afin d'éviter les excursions de fréquence en dehors de la bande morte pour de petits déséquilibres production - consommation.

La profondeur de besoin pour le service visé dépend du territoire considéré et notamment de la gamme de puissance du plus gros groupe installé. Elle est évaluée à date aux valeurs ci-dessous ; les retours d'expérience sur les premières installations permettront de réévaluer le besoin :

- ❖ 10 MW pour la Réunion
- ❖ 10 MW pour la Martinique
- ❖ 10 MW pour la Guadeloupe

- ❖ 10 MW pour la Corse
- ❖ 5 MW pour la Guyane

2.1.2. Service visé

Le système de stockage sera utilisé en soutien à la fréquence du réseau. Asservi en permanence à celle-ci, il délivrera de la puissance lorsque la fréquence deviendra inférieure à une valeur seuil paramétrable, se référer à l'article 2.2.2. En phase post incident, le stockage participera de façon symétrique à la réserve.

2.1.3. Maintenance et disponibilité du système

Un taux d'indisponibilité fortuite le plus faible possible est à privilégier. Le taux de disponibilité global du moyen de stockage défini selon la formule ci-dessous sera établi dans le contrat liant le porteur de projet au gestionnaire de système.

$$\text{Taux de disponibilité} = 100 * \left(1 - \frac{\sum \text{heures par an durant lesquelles le système est indisponible}}{\text{nombre d'heures dans l'année où le réseau de raccordement est disponible}}\right)$$

Le système de stockage sera considéré indisponible lorsqu'ils ne sera pas en mesure de réaliser pleinement la fonction principale attendue de la responsabilité du stockeur (maintenance préventive, maintenance corrective, arrêt inopiné, etc.) : utilisation en soutien de fréquence du réseau électrique avec les puissances contractuelles en injection et en absorption pendant les durées correspondant à l'état de charge du système de stockage tout en respectant le temps de réponse annoncé par le stockeur. Le système de stockage devra alors apparaître comme étant indisponible dans les annonces de prévisions de disponibilité établies aux horizons de temps suivants :

- ❖ mensuelle (pour les deux mois suivants à partir du lendemain),
- ❖ hebdomadaire (pour les deux semaines suivantes à partir du lendemain),
- ❖ journalière (pour les deux jours suivants à partir du lendemain).

Les prévisions journalières de disponibilité pour la journée du lendemain seront engageantes pour le stockeur. Afin que le gestionnaire de réseau puisse établir son plan de production, le stockeur enverra ces prévisions de disponibilité au gestionnaire de système. Les modalités d'envoi seront décrites dans la convention d'exploitation.

Le système de stockage pourra se déclarer partiellement disponible (au MW près) ce qui impactera son taux de disponibilité.

De plus, en cas d'indisponibilité fortuite, le stockeur devra transmettre dès détection une alerte au conducteur du système. Si une installation déclarée disponible ne fournit pas suite à appel le service demandé, elle sera soumise à pénalité. Les modalités de pénalisation des indisponibilités fortuites seront décrites dans le contrat d'achat.

2.1.4. Evaluation des sollicitations du système de stockage

Les sollicitations subies par les systèmes de stockage peuvent avoir un impact important sur leur durée d'exploitation. Toutefois, les performances exigées dans le présent cahier des charges doivent être maintenues pendant toute la durée d'exploitation des systèmes.

A ce titre, le système de stockage devra être au minimum capable de répondre aux sollicitations suivantes, à compter de la réception du système :

1/ Le système devra être en mesure de supporter tout type de sollicitation en puissance (charge, décharge) et durée dans la limite de ses capacités contractuelles ne conduisant pas à dépasser une énergie déchargée annuelle équivalente à 400 cycles complets (un cycle complet signifie un cycle charge/décharge de l'ensemble du stock contractualisé – énergie mesurée en décharge – à la puissance d'injection contractuelle en décharge et à la puissance contractuelle de soutirage en charge et ce de façon continue et sans pause).

2/ 2 cycles équivalents complets/jour pourront être effectués (dans la limite des 400 cycles complets/an) ;

3/ Un maintien à un état de charge élevé, *i. e.* permettant une injection à la puissance contractualisée sur le réseau pendant la durée contractualisée ;

A titre indicatif (et non engageant), les sollicitations suivantes des systèmes de stockage sont envisagées :

- Pendant la majeure partie du temps, les systèmes de stockage seront maintenus à un état de charge – cible élevé, typiquement entre 80 et 100% ;
- Asservis à la fréquence du réseau, les systèmes de stockage seront sollicités en décharge à environ leur puissance contractuelle lorsque la fréquence du réseau deviendra inférieure à une certaine valeur seuil (typiquement ~49 Hz) ;
- Les sollicitations en décharge se dérouleront la majeure partie du temps sur moins de 15 minutes ;
- Les systèmes de stockage subiront alors une charge à un régime de l'ordre de leur puissance contractuelle de soutirage via le réseau jusqu'à atteindre leur état de charge cible initial. Ce régime de charge devra être considéré comme la puissance maximale soutirable au réseau compte tenu de l'état du système électrique. Le stockeur pourra réduire en fin de charge ce régime pour éviter une dégradation potentielle.

2.1.5. Exploitation du système de stockage

Comme décrit article 2.1.2, le système de stockage sera utilisé en soutien de fréquence du réseau électrique. Il sera intégré aux outils de conduite du système électrique (se reporter à l'article 2.2.3). Le système de stockage devra pouvoir être commandé à la fois (i) à distance depuis le centre de dispatching (*i. e.* le centre de pilotage de l'ensemble du système électrique) du territoire concerné et (ii) localement depuis un PC à fournir et entretenir par le stockeur.

La connexion entre le système de stockage et les équipements SCADA/EMS du dispatching se fera en protocole 104 via une liaison dédiée. Les échanges devront également intégrer la norme IEC61850. Les informations échangées avec le SCADA/EMS du dispatching seront celles nécessaires à la conduite telles que définies par le gestionnaire de réseau ; elles seront historisées par les soins du gestionnaire de réseau. Par ailleurs, l'ensemble des informations associées aux systèmes de stockage devront être enregistrées et historisées en local.

En fonctionnement normal, *i. e.* lorsque le système est dit disponible, et sans demande de pilotage manuel par le gestionnaire de réseau, le système devra fonctionner de manière autonome et automatique sans intervention externe.

2.2. Performances – SCADA

2.2.1. Instrumentation

- Mesure de la fréquence

Le système de stockage devra mesurer la fréquence du réseau électrique afin de pouvoir réaliser la fonction de soutien de fréquence.

La tolérance maximale de cette mesure sera de +/- 2,5 mHz. La plage de mesure est de 44 à 55 Hz.

La fréquence sera mesurée localement par un dispositif, installé et maintenu par le gestionnaire de réseau à la charge du stockeur, dont le temps de réponse sera suffisamment rapide pour que les performances dynamiques attendues soient satisfaites (se reporter à l'article suivant) ; une description de la façon dont cette mesure sera réalisée est attendue, ainsi que la sensibilité du dispositif de mesure aux perturbations (variation brusque de la tension, *etc.*).

- Mesure des puissances

En complément des systèmes de comptage de l'énergie injectée ou soutirée par le système, un outil de perturbographie, à la charge du stockeur, sera spécifié et installé au point de livraison par le gestionnaire du système électrique afin de vérifier les performances de l'installation.

- Temps de réponse

Le temps de réponse – qui correspond à la durée entre une baisse de fréquence sur le réseau électrique (impliquant un passage de la puissance de 0 jusqu'à la puissance contractuelle d'injection du système de stockage en accord avec la loi de commande) et l'injection de puissance par le système de stockage sera le plus court possible et impérativement inférieur à 400 ms.

Ce temps de réponse (qui doit être inférieur à 400 ms) démarre au moment du franchissement du seuil de fréquence f_1 ; il inclut :

- le délai de mesure de la fréquence ;
- le temps de calcul puis d'envoi de la puissance de consigne à la chaîne de conversion de puissance ;
- et enfin le temps d'établissement effectif de cette puissance sur le réseau électrique (*i. e.* au niveau du point de livraison du système).

L'établissement effectif de la puissance au niveau du point de livraison correspond au schéma indiqué ci-dessous.

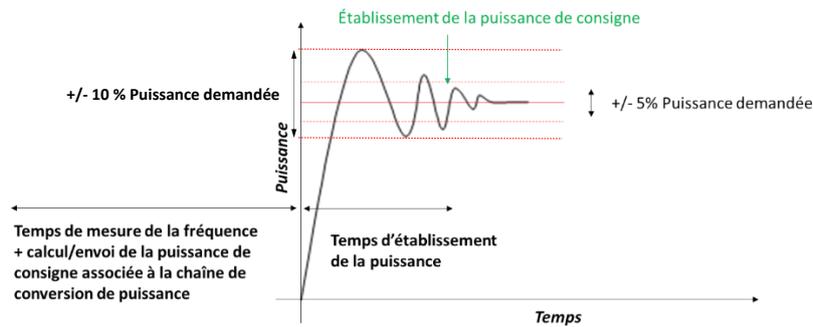


Figure 1. La puissance est considérée comme établie lorsque les oscillations de puissance éventuelles restent comprises dans un intervalle entre +/- 5% de la puissance demandée. Les oscillations de puissance devront de manière générale être comprises dans un intervalle entre +/- 10% de la puissance demandée.

Les exigences relatives au temps de réponse s'appliquent quelle que soit la puissance demandée.

En fonction du retour d'expérience et de l'impact de cette réserve sur le système, le gestionnaire pourra, via un courrier, demander au stockeur, au cours de l'exploitation du système de stockage, d'ajouter un retard à ce temps de réponse. Ce retard devra être implémenté sous un mois sous la responsabilité du stockeur. Une fois la modification réalisée, un essai de réception simplifié par rapports aux essais avant mise en service industrielle sera réalisé.

2.2.2. Lois de commande

Le système de stockage sera asservi en permanence à la fréquence du réseau. A tout instant excepté en période dite « post-incident », la réponse en puissance du système de stockage sera asymétrique : il injectera de la puissance lors d'un passage de la fréquence sous un certain seuil.

La réponse du stockeur suivra la caractéristique représentée Figure 2. f_1 correspond à la fréquence seuil à partir de laquelle le système de stockage commencera à injecter une certaine puissance P_{f1} et f_2 correspond à la fréquence associée à l'injection de puissance max déclarée du stockeur. En outre, une téléconsigne sera envoyée périodiquement au stockeur lui indiquant la puissance maximale de recharge autorisée. Cette modification de la téléconsigne étant réalisée manuellement par le conducteur du système en fonction de l'état de ce dernier, le stockeur doit être en capacité de répondre à toute modification émise avec une périodicité supérieure à 30 secondes. L'exploitant du système de stockage pourra ainsi gérer l'état de charge de son système de stockage pour répondre aux critères de disponibilité. S'il est déclaré disponible, le système de stockage devra injecter de la puissance en respectant le temps de réponse, même s'il est en charge.

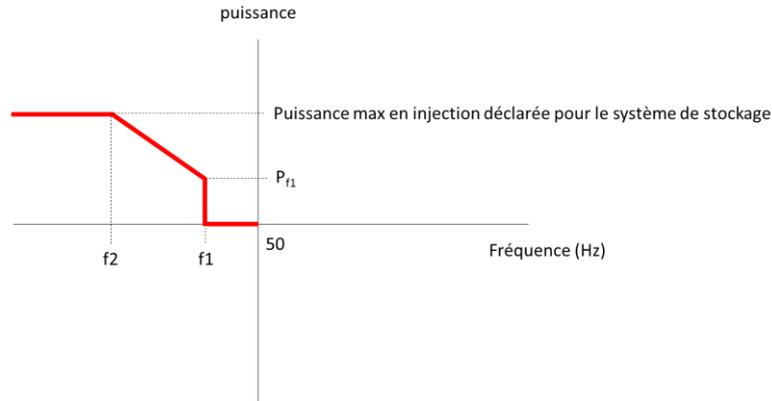


Figure 2 : caractéristique $P=f(f)$ valable à tout instant excepté en période « post-incident »

Lors d'un incident, *i. e.* un passage de la fréquence sous la fréquence seuil f_1 , une période dite « post-incident » débute. Durant cette période, le stockeur devra participer au retour de la fréquence à 50 Hz, selon la caractéristique indiquée Figure 3. Pendant cette période de « post-incident », la téléconsigne de puissance maximale de recharge autorisée sera nulle.

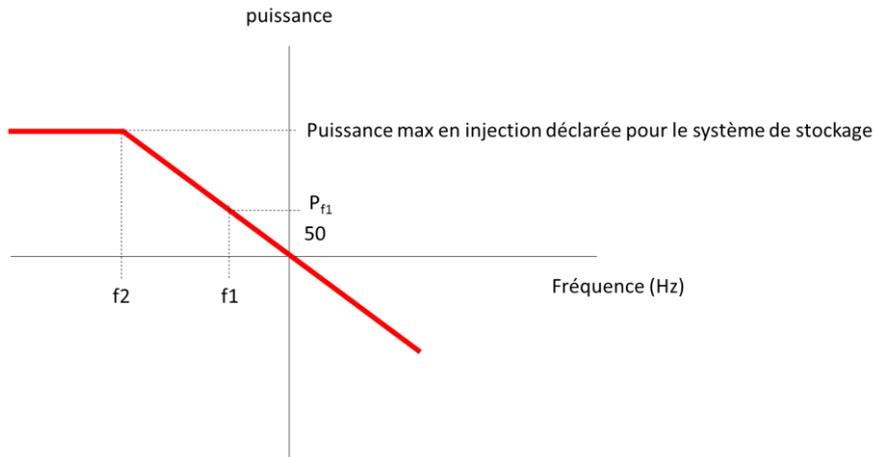


Figure 3 : caractéristique $P=f(f)$ valable en période « post-incident »

Lorsque le gestionnaire du système considérera l'incident comme terminé, il enverra un signal de fin de période « post-incident » au stockeur. Cette fin d'incident s'accompagnera d'une téléconsigne positive pour la puissance maximale de recharge autorisée. Cette téléconsigne visera à reconstituer le plus rapidement possible le stock contractuel sans mettre en danger la sécurité du réseau. Ainsi le stockeur devra chercher, dans la mesure du possible, à exploiter pleinement ce niveau de téléconsigne. La téléconsigne de puissance maximale de recharge autorisée sera compatible avec une recharge complète du stock contractuel en moins de 12h.

Quel que soit le niveau de stock, les exigences en termes de puissance délivrables au réseau sont celles décrites ci avant.

Si ces exigences ne pouvaient être maintenues lors d'un incident pour cause de stock vide, une analyse *ad hoc* serait menée par le gestionnaire de réseaux pour s'assurer que le stockeur a pleinement utilisé la téléconsigne de puissance maximale soutirable. Pour cela il est demandé au stockeur de préciser dans le dossier de saisine les contraintes potentielles de recharge de son stock, voire la nécessité de prévoir un temps de repos pour le dispositif.

Les exigences d'absorption de puissance durant la période post incident ne s'entendent que pour un stock non pleinement rempli.

Le gestionnaire du système aura la possibilité de modifier les paramètres suivants, au plus une fois par an après la phase de test : f_1 , f_2 , P_{f_1} dans les plages typiques suivantes :

- f1 pourra varier entre 44 et 50 Hz
- f2 pourra varier entre 44 et 50 Hz
- Pf1 pourra varier entre 0 et 100%

A noter que la durée des périodes « post-incident » et la valeur des puissances de recharge autorisées pourront varier. La modification de ces paramètres sera effectuée de telle sorte que les sollicitations du stockeur respecteront l'article 2.1.4.

Le stockeur doit intégrer ces nouveaux réglages au plus tard 1 mois suite à la demande du gestionnaire de réseau.

2.2.3. SCADA

Comme évoqué précédemment, le système de stockage sera interfacé avec les outils de conduite du système électrique.

La fiche d'inter-opérabilité IEC 104 devra être fournie, et des tests de connexion devront être réalisés en plate-forme usine avant l'installation sur site. Ces tests seront à la charge financière du stockeur.

Des tests points à points devront être réalisés, à la charge du stockeur, pour chaque téléinformation échangée entre le contrôle-commande local et les équipements de conduite du dispatching, et ce avant la mise en service de l'équipement.

La liste des téléinformations (y compris tous les éléments liés à la sécurité du système, les alarmes & autodiagnostic, l'état de charge à tout instant etc.) à échanger avec le SCADA/EMS du dispatching sera définie dans la convention de raccordement.

2.3. Installation

2.3.1. Environnement

Le stockeur devra s'assurer de la compatibilité des équipements avec les spécificités du climat & de la faune de la zone considérée.

2.3.2. Installation / raccordement

Le système sera raccordé au réseau électrique du gestionnaire de réseau, au niveau de tension dit « HTA ». Le raccordement de l'installation au Réseau Public de Distribution se fera sur un départ dédié depuis le poste source le plus proche. La puissance de stockage sur un départ dédié donné ne pourra excéder 5 MW. Une répartition géographique homogène de la réserve est à privilégier. Ceci vise à assurer la sécurité du système en limitant le risque de perdre sur indisponibilité fortuite du stockeur ou du réseau HTA de raccordement un volume important de réserve.

La demande de raccordement du système de stockage fera l'objet d'une instruction similaire à celles effectuées pour les autres moyens de production et de consommation raccordés au réseau.

2.3.3. Protections/comportement sur défaut

Le système de stockage sera conforme aux référentiels EDF applicables sur le territoire concerné.

Il est à noter qu'en cas de perte de la tension aux bornes de l'installation, le système de stockage sera en mesure (i) d'alimenter les auxiliaires et les équipements de sécurité nécessaires à son bon fonctionnement et à la non dégradation des matériels et (ii) de se reconnecter au réseau lorsque celui-ci sera de nouveau opérationnel.

2.3.4. Mise en service/Recette

Une description détaillée des tests de réception qui devront être réalisés sera communiquée au stockeur par le gestionnaire de système lors de l'élaboration du contrat. A titre indicatif et non limitatif, il devra être en particulier possible :

- De vérifier la communication entre le dispositif de stockage et le SCADA du gestionnaire de réseaux
- De vérifier le bon réglage des protections internes et de découplage de l'installation
- De vérifier les capacités contractuelles du stockeur pour divers niveaux de puissance continue de charge et décharge
- d'injecter des stimuli de fréquence pour vérifier les performances dynamiques du dispositif (cf annexe) ;
- de modifier les paramètres de la loi de pilotage ;

La recette du système de stockage complet sera réalisée sur les sites d'installation.

Ils seront effectués par le stockeur en collaboration étroite avec le gestionnaire de réseau et seront à la charge financière du stockeur.

Cette recette devra permettre de vérifier le bon fonctionnement du système de stockage et son adéquation au cahier des charges.